



# Infestação por lianas e comportamento de poda por formigas em *Cecropia* (Urticaceae)

Thayná Jeremias Mello

**RESUMO:** Uma forma de proteção das árvores de *Cecropia* por formigas *Azteca* é o corte de lianas que tocam na planta. Verifiquei se este comportamento ocorre nas formigas que ocupam uma espécie de *Cecropia* (embaúba vermelha) em área de restinga. Para isso, enrolei ramos de lianas nas copas de 14 indivíduos. Após três dias, observei danos causados por formigas em 71,4% das lianas. Adicionalmente, investiguei se a frequência de infestação por lianas difere entre duas espécies de *Cecropia* com diferentes graus de ocupação por formigas. Observei que 1,4% das embaúbas vermelhas e 50,6% das embaúbas brancas amostradas tinham lianas. É possível que as embaúbas estejam ocupadas por colônias de diferentes tamanhos ou por espécies diferentes de formigas, com diferentes respostas a lianas. Além disso, diferenças no padrão de crescimento das duas espécies de *Cecropia* podem gerar variações na susceptibilidade à infestação por lianas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Azteca*, embaúba, interação formiga-planta, mutualismo, trepadeiras

## INTRODUÇÃO

O mutualismo entre formigas e plantas (mirmecofilia) é uma das formas de interação biológica mais diversificada nas florestas tropicais (Beattie, 1985). As formigas podem proteger as plantas de herbívoros (Bronstein, 1998; Souza *et al.*, 2002; Lapola *et al.*, 2003; Bruna *et al.*, 2008), facilitar o acesso das plantas a nutrientes, dispersar sementes e frutos e atuar na polinização (revisão em Beattie, 1985). As plantas, por sua vez, podem fornecer locais para abrigo e nidificação e até mesmo recursos alimentares para as formigas (Beattie, 1985). As formigas podem ainda influenciar o acesso das plantas à luz, através da remoção de vegetação potencialmente competidora, como epífitas, lianas e folhagem de árvores e arbustos vizinhos (Beattie, 1985). Uma das primeiras descrições de remoção de vegetação potencialmente competidora por formigas relatou que formigas do gênero *Azteca* que vivem associadas a árvores do gênero *Cecropia* cortaram as extremidades dos ramos de lianas que tocavam em árvores de *Cecropia* na Costa Rica (Janzen, 1969). Para Janzen (1969), a remoção de competidores pelas formigas funcionaria como um tipo especial de competição por interferência. O autor utiliza o termo “alelopatia” para descrever o comportamento, já que teria o mesmo efeito da liberação de compostos químicos pela planta para supressão de competidores.

No caso do mutualismo entre *Cecropia* e *Azteca*, a planta investe energia na produção de recursos alimentares para as plantas. O alimento é forne-

cido na forma de corpúsculos mullerianos, estruturas ricas em glicogênio produzidas a partir das triquílias, estruturas modificadas nas bases dos pecíolos (Hölldobler & Wilson, 1990). Entretanto, nem todas as espécies de *Cecropia* tem associação com formigas (Boucher *et al.*, 1982). Especula-se que tenha ocorrido uma “dissolução do mutualismo” e que isso pode estar relacionado à redução das pressões seletivas que favoreceriam a associação entre *Cecropia* e *Azteca* (Janzen, 1973). Em algumas espécies de *Cecropia* de ilhas caribenhas onde a riqueza de herbívoros e lianas é baixa, não há associação com formigas e sugere-se que houve uma perda gradual das estruturas associadas ao mutualismo (Rickson, 1977).

Espécies do gênero *Cecropia* são árvores pioneiras comuns na Floresta Pluvial Atlântica, especialmente em clareiras, áreas perturbadas e em florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração (Lorenzi, 1992). A maioria das espécies de *Cecropia* da Floresta Pluvial Atlântica tem associação com formigas (Santos, 2000). Contudo, o tamanho das colônias, a agressividade das formigas e o desenvolvimento das triquílias podem variar entre as espécies, assim como ocorre em outras localidades (Bronstein, 1998). Observações naturalísticas na região da Juréia, litoral sul do estado de São Paulo, indicam que ocorrem duas espécies de *Cecropia* que oferecem diferentes quantidades de recursos para as formigas. A primeira espécie, *Cecropia* cf. *pachystachya*, conhecida localmente como

embaúba vermelha, tem triquílias grandes. Em estudos anteriores realizados na mesma área foi observado que as formigas ocupam a maior parte dos indivíduos de embaúba vermelha e atacam herbívoros que ameacem a planta (Nishimura *et al.*, 2009; Azevedo *et al.*, 2011). A segunda espécie, *Cecropia* sp., conhecida localmente como embaúba branca, apresenta triquílias pouco desenvolvidas e raramente é ocupada por formigas (G. Machado, *com. pess.*). As duas espécies ocorrem nos mesmos ambientes, onde há grande quantidade de lianas.

Considerando que o dano ou remoção de lianas por formigas foram reportados em uma espécie de *Cecropia* associada com formigas *Azteca* na Costa Rica, meu objetivo foi investigar se as formigas da embaúba vermelha na Juréia danificam e/ou removem as lianas. Adicionalmente, investiguei se a taxa de infestação por lianas difere entre duas espécies de *Cecropia* com diferentes taxas de ocupação por formigas. Minha hipótese foi de que a infestação por lianas deveria ser maior nas embaúbas brancas, que raramente são ocupadas por formigas, quando comparadas às embaúbas vermelhas, frequentemente ocupadas por formigas.

## MATERIAL & MÉTODOS

Realizei o estudo na Estação Ecológica Juréia-Itatins, nas praias do Arpoador e Guarauzinho e no Bairro do Guaraú, no município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo (24°32'S - 47°15'O). A área de estudo está localizada na planície costeira e tem vegetação de restinga arbustiva a arbórea alta, com alguns trechos alagados.

Para investigar se as formigas removem lianas que entram em contato com a embaúba vermelha, selecionei 14 indivíduos de embaúba vermelha que tivessem entre 1,5 e 4 m de altura e que estivessem ocupados por formigas. O intervalo de alturas foi definido para garantir que as embaúbas fossem altas o suficiente para já abrigarem colônias de formigas (Borges *et al.*, 2007) mas ainda pudessem ter suas copas alcançadas com uma escada ou curvando a planta em direção ao solo. Desenrolei o ápice de um ramo de liana da vegetação circundante e enrolei novamente ao redor da estípula apical e do pecíolo da folha mais nova da embaúba vermelha, onde estão concentradas as formigas. Esse procedimento foi feito de maneira a garantir que a liana se mantivesse viva, o que seria equivalente a uma situação real em que uma liana estivesse iniciando a fixação na embaúba. A liana escolhida foi aquela que estivesse mais próxima da *Cecropia*, independente da espécie. Para auxiliar na fixação da liana, amarrei um fio de *nylon* para

manter a liana junto à *Cecropia*. Inspeicionei as lianas após um e três dias a partir da instalação do experimento a fim de verificar se havia algum dano causado pelas formigas.

Comparei os dados obtidos neste trabalho na Juréia com os obtidos por Janzen (1969) na Costa Rica. Para isso, pressupus que a probabilidade de ataque às lianas pelas formigas é constante ao longo de tempo e que a proporção de lianas observadas com dano é resultado do acúmulo de dano após determinado tempo. A taxa diária de ataque em cada local foi o parâmetro de interesse, obtido através de uma distribuição geométrica em função da proporção acumulada de ataque e do intervalo de tempo estabelecido como referência. O parâmetro de interesse da distribuição geométrica foi obtido usando a função *pgeom* do pacote *stats* do programa R (R Development Core Team, 2012). A proporção acumulada de ataque foi obtida pelo número de lianas atacadas no período dividido pelo número total de lianas enroladas. Na Costa Rica, 83% das lianas foram atacadas em sete dias, mas 8% foram perdidas com o vento. Assim, a proporção acumulada de ataque em sete dias foi de 0,90, ou seja,  $0,83/1 - 0,08$ . A proporção acumulada de ataque na Juréia foi estabelecida a partir das observações do terceiro dia do experimento. Após calcular a taxa diária esperada na Costa Rica e na Juréia, estimei o número de dias que as formigas levariam para danificar 90% das lianas em cada local.

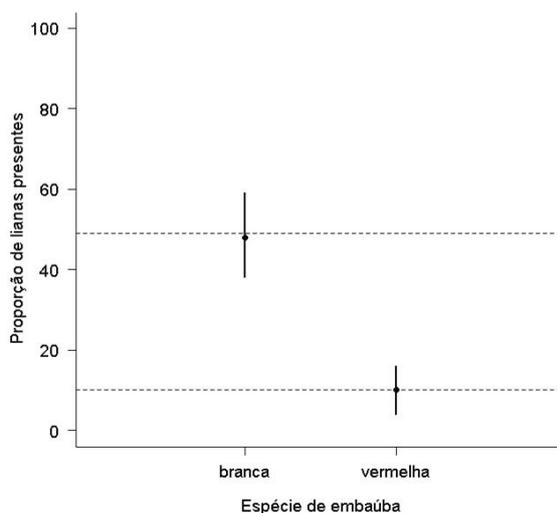
Para investigar se a taxa de infestação por lianas difere entre duas espécies de *Cecropia*, percorri a área de estudo registrando todas as embaúbas avistadas, classificando-as quanto à espécie (embaúba branca ou embaúba vermelha) e quanto à presença de lianas (lianas presentes ou ausentes). Uma vez que a competição por luz com as lianas poderia ser prejudicial para as embaúbas e que o experimento foi realizado na copa das plantas, só considereirei como “lianas presentes” as embaúbas que tivessem lianas em contato com a parte superior da planta, onde há folhas. A estatística de interesse foi o intervalo de confiança por bootstrap da porcentagem de infestação por lianas em cada espécie de planta. O intervalo de confiança foi calculado através de 10.000 aleatorizações da presença de lianas em cada espécie, usando o aplicativo Resampling Stats do Microsoft Office Excel®.

## RESULTADOS

Após um dia, observei danos causados por formigas em duas das 14 lianas enroladas nas embaúbas vermelhas (14,3%). Após três dias, 10 das 14 lianas haviam sido danificadas (71,4%). Na Costa

Rica, após sete dias 90,2% das 37 lianas haviam sido danificadas pelas formigas (Janzen, 1969). A estimativa da taxa diária de ataque foi de 0,34 lianas/dia na Juréia e 0,22 lianas/dia na Costa Rica. Segundo este modelo, tanto na Costa Rica quanto na Juréia, 90% das lianas teriam sido removidas após oito dias.

Na comparação entre a infestação por lianas em embaúbas vermelhas e brancas, registrei 152 indivíduos, sendo 71 embaúbas vermelhas e 81 embaúbas brancas. Das embaúbas vermelhas, sete indivíduos (1,4%) tinham lianas, e das embaúbas brancas 40 indivíduos (50,6%) tinham lianas. Os intervalos de confiança da infestação por lianas nas duas espécies não se sobrepõem e podemos considerar que são significativamente diferentes (Figura 1).



**Figura 1.** Intervalos de confiança *bootstrap* das proporções de indivíduos de embaúba branca e vermelha com lianas presentes. As barras verticais delimitam os intervalos de confiança contendo 95% dos dados, os pontos indicam as médias e as linhas tracejadas os valores observados na amostra.

## DISCUSSÃO

Observei danos efetuados por formigas em 71,4% das lianas enroladas experimentalmente em embaúbas vermelhas (ver fotos em anexo). Embora a velocidade de ataque às lianas tenha sido diferente na Costa Rica (Janzen, 1969) e na Juréia, estimamos que o tempo para remoção de 90% das lianas seja de aproximadamente oito dias. Diversos fatores podem influenciar o tempo que uma liana leva para se estabelecer. Entretanto, a menos que uma liana possa se fixar nas embaúbas em menos de oito dias, as formigas terão sucesso em removê-la na maioria das vezes.

O comportamento de remoção de lianas pode ter

uma influência positiva na sobrevivência e reprodução da embaúba. A remoção de vegetação competidora tem benefícios evidentes para as árvores, especialmente para espécies pioneiras que possuem alta demanda por luz como as espécies de *Cecropia*. Livres de lianas, as plantas podem se manter expostas ao sol no dossel e evitar sombreamento. Uma vez que a ocorrência do comportamento de retirada de lianas pelas formigas foi comprovada na área de estudo, é razoável supor que espécies de *Cecropia* que ofereçam diferentes quantidades de recursos para as formigas receberão diferentes níveis de proteção contra as lianas. Conforme o esperado, as embaúbas vermelhas, que oferecem mais recursos para as formigas são menos infestadas por lianas.

Entretanto, os benefícios imediatos da remoção de lianas para as formigas são menos evidentes do que os benefícios para as plantas. O corte de plantas não é uma extensão do comportamento de forrageio das formigas, como é o ataque aos herbívoros (Hölldobler & Wilson, 1990). Nas mirmeecófitas *Triplaris americana* (Polygonaceae) e *Cordia nodosa* (Boraginaceae), variações no comportamento de poda da vegetação ao redor da planta hospedeira foram atribuídas à habilidade competitiva das formigas. Formigas que são inferiores em confrontos diretos com outras espécies de formigas cortam a vegetação circundante com maior frequência. Se considerarmos que as lianas podem funcionar como pontes de acesso à colônia, o corte das lianas diminui a chance de a colônia ser invadida por competidoras, dominantes ou predadoras (Davidson *et al.*, 1988). É possível que as embaúbas vermelha e branca na Juréia sejam ocupadas por duas espécies distintas de formigas. Caso sejam espécies com diferentes habilidades competitivas, elas poderiam ter diferentes respostas à presença de lianas.

O comportamento das formigas pode variar não só entre as espécies, mas também entre colônias da mesma espécie. No experimento com manipulação das lianas na Costa Rica, o tamanho da colônia foi positivamente correlacionado com a mortalidade da liana (Janzen, 1969). Algumas espécies de *Cecropia* têm menores comprimentos de entrenós, o que diminui a área disponível para abrigar as formigas (Davidson *et al.*, 1991) e pode influenciar o tamanho da colônia. Além do tamanho, a agressividade das formigas pode variar entre colônias da mesma espécie. Janzen (1969) propõe que os corpúsculos de alimento oferecidos às formigas podem conter substâncias que influenciem a agressividade e irritabilidade das formigas. Investigar qual a relação do tamanho das colônias e a agres-

sividade das formigas com a mortalidade das lianas poderá confirmar se este padrão ocorre na Juréia.

O padrão observado pode ser devido não só a diferenças entre as formigas que ocupam as duas espécies de *Cecropia* estudadas. Outros fatores não relacionados à ação de formigas, como a altura máxima da árvore, sua velocidade de crescimento e longevidade, também podem influenciar a susceptibilidade à infestação por lianas (Putz & Holbrook, 1988). Na área de estudo, plantas mais baixas e de crescimento mais lento seriam mais suscetíveis à infestação por lianas, já que ficam mais próximas do restante da vegetação, sobre a qual as lianas crescem. Na maior parte da área estudada, que corresponde ao bairro do Guaraú, as duas espécies de embaúba são igualmente abundantes e às vezes ocorrem a poucos metros de distância umas das outras, em áreas perturbadas com grande abundância de lianas. Assim, é pouco provável que a diferença observada seja devida a probabilidades diferentes de ocorrência de lianas ou outra variável associada ao habitat.

O padrão de diferença de infestação por lianas entre embaúbas vermelhas e brancas observado nesse estudo pode ser gerado por diversos mecanismos. Entretanto, conclusões sobre os fatores determinantes dos padrões observados ficam limitadas pela escassez de informações sobre a identidade e o comportamento das formigas envolvidas nessa interação. A obtenção de informações adicionais permitirá o teste de hipóteses sobre a relação do comportamento de corte de lianas com a habilidade competitiva, o tamanho das colônias e a agressividade das formigas. De maneira análoga, informações sobre o padrão de crescimento das duas espécies de embaúba poderão subsidiar testes de hipóteses sobre quais características das árvores podem favorecer a ocupação por formigas e a infestação por lianas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Dito e à Soly pela ajuda no campo, ao Herbert pela parceria no Guaraú, à Sara pela ajuda com o R e ao Paulo Inácio pelas discussões e por ajudar a transformar números em informações biológicas instigantes. Agradeço também à Adriana e ao Ernesto pela revisão do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Azevedo, T.; E. Santana; M. Moutinho & P. Lemos. 2011. Para onde eu vou? *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) direciona formigas mutualistas para folhas mais jovens. Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Beattie, A.J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualism*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Borges, A.; L. Pavani; T. Carrijo & V. Marques. 2007. Desenvolvimento de triquílias e colonização por formigas *Azteca* sp. em embaúba (*Cecropia pachystachya*, Urticaceae). Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Boucher, D.H.; S. James & K.H. Keeler. 1982. The ecology of mutualism. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13:315-347.
- Bronstein, J.L. 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica*, 30:150-161.
- Bruna, E.M.; M.R. Darrigo; A.P. Midori & H.L. Vasconcelos. 2008. Interspecific variation in the defensive responses of ant mutualists to plant volatiles. *Biological Journal of the Linnean Society*, 94:241-249.
- Davidson, D.W.; J.T. Longino & R.R. Snelling. 1988. Pruning of host plant neighbours by ants: an experimental approach. *Ecology*, 69:801-808.
- Davidson, D.W.; R.B. Foster; R.R. Snelling & P.W. Lozada. 1991. Variable composition of some tropical ant-plant symbioses, pp. 154-162 (Price, P.W., T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes & W.W. Benson eds.). Em: *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley-Interscience Publication, New York.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Janzen, D.H. 1969. Allelopathy by myrmecophytes: the ant *Azteca* as an allelopathic agent of *Cecropia*. *Ecology*, 50:147-153.
- Janzen, D.H. 1973. Dissolution of mutualism between *Cecropia* and its *Azteca* ants. *Biotropica*, 5:15-28.
- Lapola, D.M.; E.M. Bruna & H.L. Vasconcelos. 2003. Contrasting responses to induction cues by ants inhabiting *Maieta guianensis* (Melastomataceae). *Biotropica*, 35:295-300.
- Lorenzi, H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Plantarum, Nova Odessa.

- Nishimura, P.Y.; F.M.D. Marquitti; C.F. Santos & F.M. Barros. 2009. Formigas associadas à embaúba-vermelha reconhecem sinais químicos liberados por folhas de outras espécies de plantas ? Em: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Putz, F.E. & N.M. Holbrook. 1988. Further observations on the dissolution of mutualism between *Cecropia* and its ants: the Malaysian case. *Oikos*, 53:121-125.
- R Development Core Team, 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.
- Rickson, F.R. 1977. Progressive loss of ant-related traits of *Cecropia peltata* on selected caribbean islands. *American Journal of Botany*, 64:585-592.
- Santos, F.A.M. 2000. Growth and leaf demography of two *Cecropia* species. *Revista Brasileira de Botânica*, 23:133-141.
- Souza, F.M.; G.R. Julião; J.R.S. Nunes & C.L. Morales. 2002. Abrigos de formigas e proteção contra herbivoria em *Miconia phanerostila*. Em: Livro do Curso de Campo “Ecologia da Floresta Amazônica” (E.M. Venticinque & J. Zuanon, eds.) PDBFF/INPA, Manaus.

## ANEXO



**Foto 1.** Formigas atacando o ápice de uma liana enrolada experimentalmente em uma embaúba vermelha.



**Foto 2.** Formigas atacando ramo de liana enrolada experimentalmente em uma embaúba vermelha.